

System Strategy Monitoring Pada SapuAngin Surya II

Nadhira Raafianti dan Muhammad Nur Yuniarto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: mnur@me.its.ac.id

Abstrak—Sektor transportasi khususnya kendaraan bermotor tercatat sebagai pengonsumsi minyak bumi terbesar, yakni 47 persen BBM di Indonesia (LIPI, 2003). Sebagai wujud peran serta ITS dalam melaksanakan pengembangan bidang energi untuk mengatasi masalah krisis energi di Indonesia, dibentuk ITS Solar Car Racing Team. Tim ini telah membuat mobil bertenaga surya, SapuAngin Surya. Salah satu evaluasi dari mobil pada tahun 2013 adalah kurangnya manajemen energi. Terdapat beberapa cara untuk mengatur asupan energi dari mobil. Salah satu caranya adalah dengan membuat sebuah program *System Strategy Monitoring* untuk mobil SapuAngin Surya II yang akan mengikuti kompetisi *World Solar Challenge 2015* mendatang.

Tugas akhir ini adalah membahas *System Strategy Monitoring* untuk SapuAngin Surya menggunakan *software Matlab*. Input yang dibutuhkan untuk pembuatan *System Strategy Monitoring* ini berasal dari data dan juga langsung berasal dari mobil surya. Data dari mobil surya tersebut berupa data serial yang akan ditransfer dari mobil surya ke komputer menggunakan modul *Wireless RF* yaitu *Xbee* dan di *convert* ke USB menggunakan *FTDI* sebagai serial to USB *converter* nya. Lalu data tersebut akan dibaca oleh *Matlab* dan dimasukkan ke dalam perumusan selanjutnya. Setelah semua data yang didapat telah dimasukkan dalam perumusan matematis, maka selanjutnya akan dibuat program untuk menentukan strategi balap dan *monitoring* nya.

Dari pembuatan *System Strategy Monitoring* untuk mobil SapuAngin Surya II ini dihasilkan sistem untuk *monitoring* kondisi dan kinerja mobil secara *real-time*. Selain itu juga didapatkan hasil berupa tampilan untuk *monitoring* kinerja mobil secara *real-time* selama kompetisi berlangsung. *Monitoring* ini juga akan menjadi acuan strategi selama perlombaan *World Solar Challenge 2015* berlangsung.

Kata Kunci—Solar Car, System Strategy Monitoring, Konsumsi Energi, Profil Kecepatan.

I. PENDAHULUAN

SEKTOR transportasi khususnya kendaraan bermotor tercatat sebagai pengonsumsi minyak bumi terbesar, yakni 47 persen BBM di Indonesia (LIPI, 2003). Jumlah total kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2012 berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) lebih dari 94 juta kendaraan. Tingkat pertumbuhan penambahan jumlah kendaraan sebesar 5-7% per tahun atau sebesar 3-4 juta per tahun. Dengan jumlah kendaraan bermotor tersebut, berjuta-juta liter BBM dikonsumsi per hari untuk memenuhi kebutuhan. Sebagai wujud peran serta ITS dalam melaksanakan pengembangan bidang energi untuk mengatasi masalah krisis energi di Indonesia, dibentuk ITS Solar Car Racing Team yang telah mengikuti kompetisi mobil surya tingkat Internasional di Australia yaitu *World*

Solar Challenge 2013. Dalam kompetisi *World Solar Challenge*, tiap tim diharuskan membuat sebuah mobil listrik menggunakan energi surya untuk berjalan dan dilombakan dalam rute yang telah ditetapkan.

Pada kompetisi yang telah diikuti oleh SapuAngin Surya pada tahun 2013 yang lalu, terdapat banyak evaluasi selama perlombaan. Salah satunya adalah kurangnya persiapan strategi selama *race* berlangsung, sehingga jarak tempuh dari mobil SapuAngin Surya yang diperoleh kurang maksimal. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya manajemen energi yang baik. Dari kurangnya manajemen energi tersebut konsumsi energi pada mobil SapuAngin Surya tidak seimbang dan menyebabkan baterai yang digunakan cepat habis. Konsumsi energi yang tidak seimbang itu juga mempengaruhi jarak tempuh dari mobil.

Asupan dan keluaran dari energi pada mobil sangat dipengaruhi oleh banyak parameter. Terdapat beberapa cara untuk mengatur asupan energi dari mobil. Salah satu caranya adalah dengan membuat sebuah program *System Strategy Monitoring* untuk mobil SapuAngin Surya II yang akan mengikuti kompetisi *World Solar Challenge 2015* mendatang. Pembuatan *System Strategy Monitoring* ini akan menghasilkan sistem dan tampilan *monitoring* kondisi mobil secara *real-time* selama kompetisi berlangsung. Dari sistem *monitoring* tersebut maka dapat dianalisa kondisi mobil secara *real-time* sehingga dapat menjadi acuan tim untuk menyusun strategi *race* yang direkomendasikan selama kompetisi berlangsung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

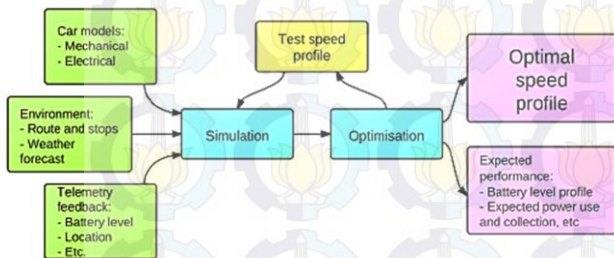
A. Pendahuluan

Pada dasarnya prinsip kerja mobil surya hampir sama dengan mobil listrik, hanya berbeda dalam beberapa hal. Perbedaan yang paling utama yaitu pada mobil listrik pengisian dayanya dilakukan menggunakan sumber listrik berupa listrik PLN sedangkan pada mobil surya pengisian dayanya dilakukan oleh sel surya yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Mobil listrik terdiri dari dua subsistem dalam susunan sistemnya, motor listrik sebagai sistem penggerak dan *platform* kendaraan. Komponen utama dalam mobil listrik meliputi: sumber energi listrik, *system control* sebagai pusat control, dan *power converter* sebagai perangkat yang mengkonversi sumber energi listrik dengan kebutuhan variabel dari mobil listrik itu sendiri [1].

B. Sistem Strategi Tipikal

Tujuan utama dari pembuatan *strategy monitoring* adalah

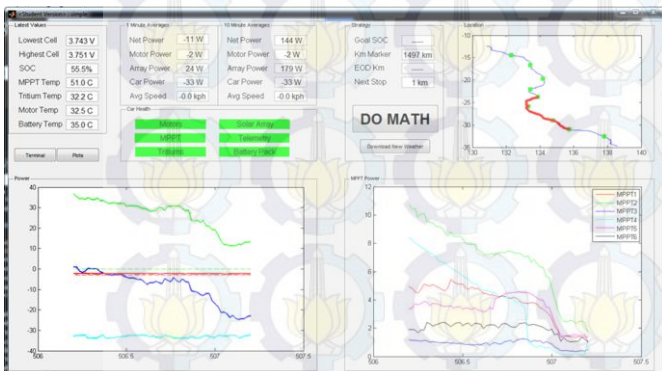
untuk meminimalisir waktu yang akan digunakan mobil surya untuk menempuh jarak sepanjang 3,000 kilometer dan memonitor konsumsi energinya agar tidak melebihi dari total energi yang tersedia. Strategi ideal ini dapat dideskripsikan dengan profil kecepatan rekomendasi sepanjang rute perlombaan yang akan dijalankan oleh mobil agar dapat mengkonservasi energi dan dapat menempuh waktu yang seminimal mungkin [2].



Gambar. 1. Sistem Strategi Mobil Surya Tipikal

C. System Strategy Monitoring dengan GUI Matlab

Pembuatan *System Strategy Monitoring* dengan GUI Matlab akan mampu merepresentasikan performa dari desain kendaraan. Dan yang paling penting adalah membantu dalam pengembangan dan evaluasi desain mobil agar mampu mencapai hasil yang lebih baik. Dengan parameter dan kondisi kerja yang telah ditentukan dan menyesuaikan dengan lomba pada tahun sebelumnya, simulasi digunakan untuk menentukan profil kecepatan yang direkomendasikan selama perlombaan berlangsung. Selain itu, dari hasil simulasi dan pembuatan *interface* ini juga dapat diketahui aspek-aspek yang berpengaruh terhadap konsumsi energi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan jika dilakukan desain ulang kendaraan [3].



Gambar. 2. Stanford Solar Car Team Real Time Monitoring

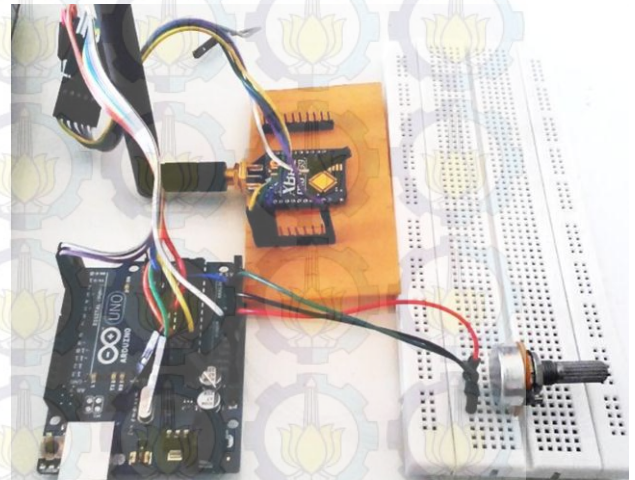
III. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan langkah-langkah penelitian yang dilakukan:

- Proses pertama merupakan proses pengumpulan data-data yang akan digunakan selama proses penelitian. Yang pertama adalah data yang didapatkan dari *hardware*. Input dari *hardware* ini diasumsikan seragam sebagai data serial. Data serial ini nantinya akan didapatkan dari BMS (*Battery Management System*), *solar cell* dan motor listrik yang ditransfer menggunakan modul RF. Karena mobil SapuAngin Surya sendiri tersebut masih dalam proses pembuatan, maka data yang

akan digunakan merupakan data yang didapat dari putaran *potensiometer*. *Potensiometer* tersebut akan dimodelkan sebagai variasi dari bukaan *throttle*, sehingga tiap putaran dari *potensiometer* tersebut akan dirumuskan dalam suatu perhitungan sehingga menyesuaikan dengan kondisi nyata. Yang kedua adalah data dari model statis mobil, seperti massa mobil, koefisien drag mobil, spesifikasi *solar cell*, baterai dan hal-hal yang mempengaruhi konsumsi energi pada mobil. Yang ketiga adalah grafik acuan/referensi dari pemodelan mobil SapuAngin Surya II.

- Proses kedua merupakan proses persiapan peralatan yang akan digunakan. Dibutuhkan 2 modul Xbee sebagai *transmitter* dan sebagai *receiver*. *Transmitter* Xbee akan tersambung dengan arduino uno dan *receiver* xbee akan tersambung dengan *adapter* dan komputer. Modul Xbee yang digunakan adalah Xbee Pro S3B.

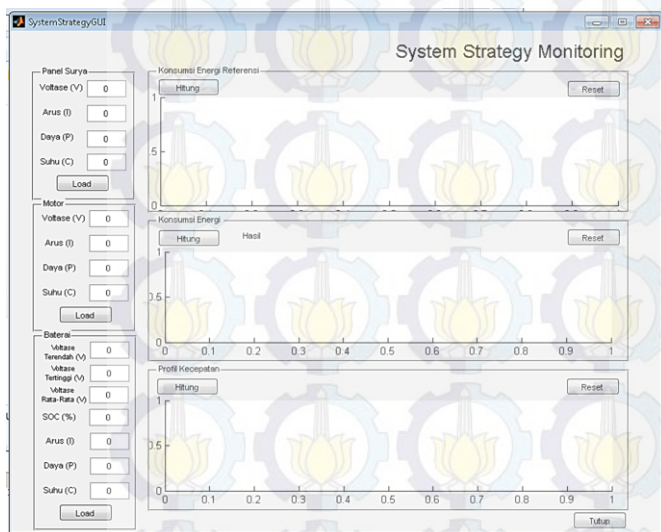


Gambar. 3. Rangkaian Peralatan Yang Akan Digunakan

- Langkah ketiga adalah menghubungkan Xbee ke komputer. Untuk menghubungkan Xbee ke komputer, digunakan adapter berupa FTDI (FT232RL). Modul FT232RL adalah modul konversi sinyal USB ke sinyal TTL/UART (*USB-to-TTL Converter*). Install driver untuk FTDI pada komputer untuk dapat menyambungkan Xbee dengan komputer.
- Langkah keempat adalah konfigurasi Xbee pada X-CTU. X-CTU merupakan sebuah perangkat yang membantu untuk memprogram semua seri dan macam dari Xbee. Setelah *software* ter install, pilih *port* USB dimana modul Xbee terhubung. Pada *setting computer* terdapat tombol yang akan menguji komunikasi komputer dengan modul Xbee dan akan memberikan informasi tentang versi *firmware* jika komunikasi sukses dilaksanakan.
- Proses berikutnya adalah konfigurasi Xbee pada Arduino. Arduino digunakan untuk memberi data yang nantinya akan ditransfer oleh Xbee ke komputer untuk diolah lebih lanjut di Matlab. Hal ini dilakukan dengan memodifikasi kode untuk arduino pada *software* arduino itu sendiri. Arduino yang digunakan adalah Arduino UNO. Setelah Xbee telah terkonfigurasi, maka dilakukan *range test* antara xbee yang terhubung dengan arduino dengan Xbee yang terhubung dengan untuk mengetahui apakah kedua modul Xbee (*transmitter* dan *receiver*) sudah terhubung.
- Setelah Xbee dapat terkonfigurasi dan telah dites untuk

mengirim dan menerima data, maka dilakukan konfigurasi pada Matlab untuk dapat menampilkan data yang dikirim dan diterima oleh xbee. Hal ini dilakukan dengan memodifikasi kode pada Matlab.

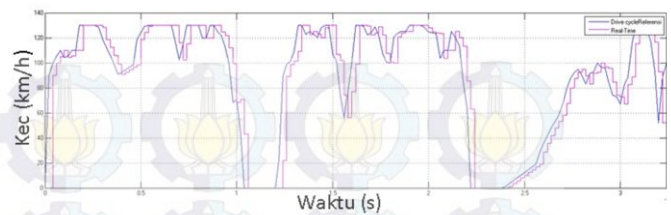
- Dari hasil pengolahan kode/konfigurasi Xbee pada Matlab, maka data yang telah dikirim oleh modul *transmitter* Xbee dan diterima oleh modul *receiver* Xbee akan terbaca pada program Matlab. Jika komunikasi tidak berhasil dilakukan, maka akan dilakukan langkah konfigurasi ulang Xbee pada X-CTU hingga konfigurasi ulang Xbee pada Matlab. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui penyebab kegagalan komunikasi antar Xbee dengan Matlab sehingga komunikasi dapat berjalan dengan lancar.
- Langkah berikutnya adalah menampilkan data yang diterima oleh modul *receiver* Xbee pada Matlab. Hal ini dilakukan dengan memodifikasi kode pada Matlab, dan hasilnya adalah data *real-time* dari data yang dikirim oleh arduino melalui Xbee.
- Selanjutnya dilakukan pembuatan GUI pada Matlab. Pembuatan GUI ini dilakukan menggunakan GUIDE pada Matlab. Dalam GUI ini nantinya akan terdapat dua tampilan. Yang pertama adalah tampilan *real-time monitoring*. *Real-time monitoring* ini akan menampilkan data-data dari mobil SapuAngin Surya II melalui Xbee. Dan yang kedua adalah tampilan *strategy monitoring* yang menampilkan grafik-grafik (grafik konsumsi energi, profil kecepatan). *Strategy monitoring* ini akan digunakan sebagai patokan strategi tim dalam kompetisi.



Gambar. 4. Layout System Strategy Monitoring Pada SapuAngin Surya II

- Setelah pembuatan GUI, maka hal berikutnya adalah menampilkan grafik secara *real-time* pada GUI Matlab yang telah dirancang. Grafik *real-time* tersebut akan menjadi acuan dari tim selama perlombaan berlangsung.
- Langkah selanjutnya adalah pengambilan data dimana acuan/referensi akan menjadi acuan dalam pengambilan data *real-time* yang didapat dari *hardware* yang telah dirangkai. Pengambilan data secara *real-time* akan terus mengacu pada data acuan yang telah ditetapkan dari awal hingga akhir pengambilan data. Lalu data yang telah diambil akan dianalisa apakah sudah mendekati data referensi. Jika masih jauh dari data referensi, maka akan dilakukan pengambilan data lagi agar mendekati

data acuan tersebut.



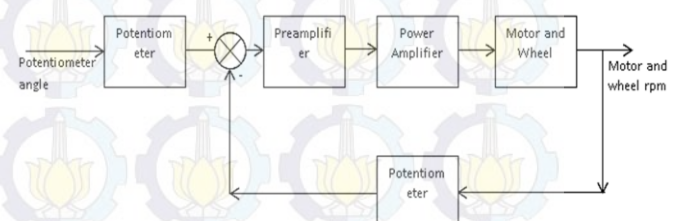
Gambar. 5. Grafik Profil Kecepatan Perbandingan Antara Drive Cycle Referensi Dengan Data Real-Time

- Data output yang dihasilkan merupakan sebuah software *System Strategy Monitoring* dalam GUI. Software ini dapat menghasilkan dua jenis *output*, yaitu *monitoring* kondisi mobil secara *real time* (kondisi baterai, motor dan solar cell) dan juga monitoring strategi berupa konsumsi energi dan kecepatan mobil. Monitoring strategi ini akan mengkalkulasi konsumsi energi dan kecepatan mobil SapuAngin Surya yang direkomendasikan per hari nya dalam bentuk grafik. Data output tersebut didapatkan melalui perhitungan-perhitungan yang telah dirumuskan dan berdasarkan pada asumsi-asumsi yang telah ditentukan.

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

A. Perhitungan dan Model Dari Potensiometer

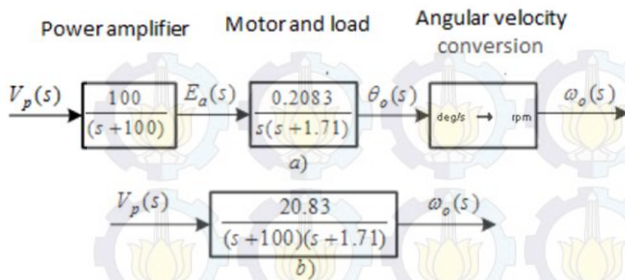
Pada dasarnya pembuatan *System Strategy Monitoring* digunakan untuk *monitoring* kondisi mobil surya secara *real-time* yang mencakup kondisi baterai, panel surya dan motor listrik. Namun karena mobil SapuAngin Surya II masih belum selesai pembuatannya, maka digunakanlah *hardware* lain untuk menggantikan mobil surya tersebut. Pada penelitian yang telah dilakukan, pengambilan data dilakukan secara *real-time* menggunakan alat bantu berupa potensiometer yang terhubung dengan arduino. Potensiometer dimodelkan sebagai *throttle* pada mobil surya. Tiap putaran dari potensiometer tersebut berhubungan dengan bukaan *throttle* pada mobil sehingga akan berpengaruh pada putaran motor listrik. Maka, data yang didapat dari potensiometer akan dikonversikan menjadi kecepatan yang nantinya akan dimonitor. Untuk merubah data dari potensiometer menjadi putaran pada motor, maka dibuatlah suatu pemodelan dari potensiometer tersebut. Pemodelan dilakukan menggunakan *software* Matlab Simulink.



Gambar. 6. Blok Diagram Sistem Pada Potensiometer

Setelah itu dibuatlah blok diagram pemodelan dari potensiometer tersebut ke dalam Matlab Simulink. *Transfer function* dari tiap subsistem dimasukkan. Lalu ditentukan nilai dari parameter-parameter yang terdapat pada sistem tersebut. Setelah itu semua *transfer function* dari tiap

subsistem dimasukkan menjadi satu pada blok diagram.



Gambar. 7. Blok Diagram Beserta Transfer Function Pada Sistem

Namun karena output dari blok diagram diatas masih berupa kecepatan angular (dalam satuan rpm), maka dibutuhkan perhitungan untuk mengkonversikan dari satuan rpm menjadi km/jam.

Sesuai dengan perhitungan dari rpm ke km/jam di bawah ini:

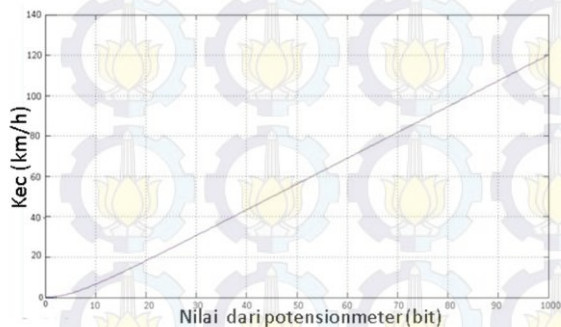
$$v = 2\pi r \times RPM \times (60/1000) \text{ km/hr} \quad (1)$$

maka output yang dihasilkan dari blok diagram tersebut masih perlu dimasukkan ke dalam perhitungan matematis lagi, dimana r adalah jari-jari roda yang digunakan. Sesuai dengan spesifikasi pada mobil SapuAngin Surya II, maka digunakan nilai r nya adalah 0,4064 m.



Gambar. 8. Blok Diagram Pada Simulink

Dari blok diagram *open loop* tersebut didapatkan *ramp response* dari scope sebagai berikut:

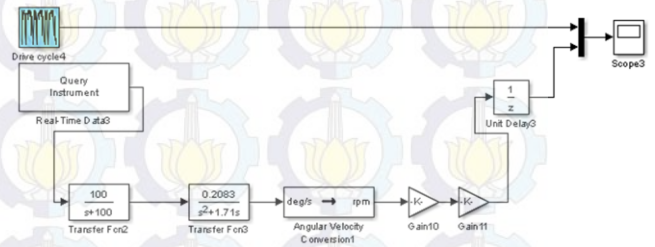


Gambar. 9. Ramp Response Pada Sistem

Grafik *ramp response* diatas menggambarkan hubungan antara perubahan voltase dari potensiometer terhadap kecepatan motor. Potensiometer yang akan digunakan akan terhubung pada salah satu pin analog pada arduino. Pin analog pada arduino ini akan membaca input berupa voltase (dari 0 sampai 5 Volt) dan mengkonversikannya ke angka digital yaitu antara 0 (0 Volt) dan 1023 (5 Volt), yaitu pembacaan dengan resolusi 10 bit. Potensiometer yang terhubung dengan tegangan 5 Volt akan memberikan keluaran tegangan antara 0 hingga 5 Volt pada pin bagian tengahnya, tergantung pada sudut diputar nya potensiometer tersebut. Oleh karena itu keluaran yang terbaca pada Matlab adalah angka digital antara 0 hingga 1023.

Dalam kenyataannya, mobil membutuhkan waktu untuk mencapai kecepatan tertentu. Hal tersebut disebabkan karena adanya gaya dinamis dari mobil surya itu sendiri.

Oleh karena itu, ditentukan waktu untuk mencapai kecepatan tertentu (*time to accelerate to speed*) dan *range* dari kecepatan mobil surya. Karena adanya *time to accelerate* tersebut, maka terdapat *delay time* pada mobil surya. *Delay time* tersebut akan mempengaruhi profil kecepatan dari mobil surya. Dalam pemodelannya dalam Simulink, *delay time* tersebut ditunjukkan dengan blok *unit delay*.



Gambar. 10. Pemodelan Putaran Potensiometer Menggunakan Software MATLAB/Simulink

Setelah dilakukan pemodelan untuk potensiometer terhadap profil kecepatan, maka akan diambil data secara *real-time* menggunakan potensiometer. Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan profil kecepatan yang direkomendasikan dan menyesuaikan dengan referensi *drive cycle* yang telah ditentukan.

Setelah didapatkan pengambilan data untuk profil kecepatan yang telah dilakukan sebelumnya, maka akan didapatkan *drive cycle* baru. *Drive cycle* baru tersebut merupakan *drive cycle* yang berasal dari data real-time. Untuk menghitung konsumsi energi dari *drive cycle* terbaru tersebut, maka *drive cycle* baru akan dimasukkan ke dalam pemodelan yang terdapat pada tugas akhir yang disusun oleh Siti Choirun Nisa (Pemodelan Dan Simulasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua Guna Memaksimalkan Performa Di World Solar Challenge 2015).

B. Analisa System Strategy Monitoring

Pada *System Strategy Monitoring* yang telah dibuat, digunakan *hardware* yang berfungsi untuk membaca data serial secara *real-time* dari mobil surya ke Matlab menggunakan koneksi *wireless*.



Gambar. 11. Alur Komunikasi Serial Pada System Strategy Monitoring

Pada *System Strategy Monitoring* yang telah dibuat, terdapat beberapa bagian yang memiliki fungsi yang berbeda. Terdapat *monitoring* panel surya, motor listrik, baterai dan juga terdapat grafik *real-time* yang menampilkan konsumsi energi dan profil kecepatan dari mobil surya. Pada *monitoring* panel surya, motor listrik dan baterai, akan diambil data dari sensor-sensor yang dipasang dan juga dari *Battery Management System* (BMS). Dari situ akan dapat

dimonitor kondisi panel surya, motor listrik dan baterai pada mobil selama perlombaan berlangsung. Data tersebut akan disalurkan melalui pin-pin pada *microcontroller* dan akan ditransfer melalui Xbee menuju ke *software System Strategy Monitoring* pada komputer.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Pada *System Strategy Monitoring* yang telah dibuat, digunakan *hardware* yang berfungsi untuk membaca data serial secara *real-time* dari mobil surya ke Matlab menggunakan koneksi *wireless*.

Hardware yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Arduino UNO = Sebagai *microcontroller* yang akan mengumpulkan data-data yang terhubung pada sensor-sensor dari motor listrik, panel surya dan BMS pada mobil surya.
- Transmitter Xbee Pro S3B = Merupakan modul *radio frequency* yang fungsinya adalah untuk mentransfer data dari mobil surya menuju ke komputer (Matlab).
- Receiver Xbee Pro S3B = Merupakan modul *radio frequency* yang fungsinya adalah untuk menerima data dari mobil surya untuk dibaca oleh komputer (Matlab).
- FTDI sebagai *Serial to USB* converter (Xbee Adapter) = Sebagai *adapter* untuk menyambungkan *receiver* Xbee ke komputer dan untuk mengconvert data dari serial menjadi USB.

Hardware yang telah terangkai ini dapat berjalan dengan baik. Karena belum terselesaikannya mobil SapuAngin Surya II, maka digunakan potensiometer yang dimodelkan sebagai *throttle* pada mobil surya. Namun jika nantinya potensiometer tersebut digantikan dengan sensor-sensor yang terhubung langsung dengan mobil surya yang sudah terselesaikan, maka *hardware* ini dapat membaca dan melakukan komunikasi secara *wireless* untuk mentransfer data dari mobil surya tersebut.

2. *System Strategy Monitoring* yang telah dibuat dapat memonitor kondisi mobil surya secara *real-time*, dimana output dari *System Strategy Monitoring* itu sendiri adalah:

- Data dari panel surya
- Data dari motor listrik
- Data dari BMS
- Grafik konsumsi energi *real-time*
- Grafik profil kecepatan *real-time*

Software yang telah dibuat dapat membaca data secara *real-time* menggunakan hardware yang telah dirangkai. Namun karena belum terselesaikannya mobil SapuAngin Surya II itu sendiri, maka dalam penelitian ini, data *real-time* yang akan diambil diwakilkan oleh potensiometer. Potensiometer tersebut akan dimodelkan sebagai *throttle* dimana tiap putaran dari potensiometer itu sendiri akan mewakili bukaan *throttle* pada mobil surya. Bukaan *throttle* sendiri akan mempengaruhi putaran motor listrik sehingga juga akan mempengaruhi kecepatan pada mobil. Namun jika nantinya potensiometer tersebut digantikan dengan sensor-sensor yang terhubung langsung dengan mobil surya yang sudah terselesaikan,

maka *software* ini dapat membaca data-data tersebut.

B. Saran

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan, karenanya penulis mempunyai beberapa saran untuk kelanjutan pengembangan dari *System Strategy Monitoring* agar didapatkan pengembangan yang lebih baik kedepannya, antara lain:

1. Pembuatan software *System Strategy Monitoring* perlu perencanaan dan analisa yang lebih lanjut untuk mendapatkan manajemen energi dan strategi *race* yang lebih baik.
2. Perlunya didapatkan datasheet mengenai hubungan *throttle* dengan putaran motor yang akurat agar didapat perbandingan yang lebih baik.
3. Perlunya ketelitian lebih dalam pengambilan data agar didapatkan data yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kaloko, Bambang Sri. 2011. *Design and Development of Small Electric Vehicle Using MATLAB/Simulink*. Indonesia: Dept. of Electrical Engineering Institute of Technology Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Boulgakov, Alexandra. 2012. *Sunswift IV Strategy for the 2011 World Solar Challenge*. Australia: The University of New South Wales School of Electrical Engineering and Telecommunication.
- [3] Stanford Solar Car Team. 2013. *Stanford Solar Car Project*. From <http://solarcar.stanford.edu/>, 10 Februari 2014. Amerika: Stanford University.
- [4] Elshafei, Moustafa. 2013. *Solar Car Optimization For the World Solar Challenge*. Saudi Arabia: King Fahd University of Petroleum and Minerals.
- [5] Sukarman. 2006. *Komunikasi Perangkat Keras Menggunakan Perangkat Lunak Matlab*. Indonesia: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Batan.
- [6] Wong, K. dan Rizos, C. 1996. *The Australian Surveyor, Part 1- Surveying the Stuart Highway with GPS for the 1996 World Solar Challenge*. Australia.
- [7] World Solar Challenge 2013. Bridgestone World Solar Challenge 2013. From <http://www.worldsolarchallenge.org/>, 10 Februari 2014. Australia.